

MODEL PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN WAKTU KADALUWARSA BAHAN

Nur Indrianti¹⁾, Tjen Ming²⁾, Isa Setiasyah Toha³⁾

ABSTRACT

The material expiry time is one of the factors that affect the material planning and inventory system. The existing inventory and material requirement planning models have not considered the expiry times of the materials. This paper presents material inventory planning model by considering expiry time of the material. The model was developed based on Economic Order Quantity (EOQ) model. For the situation where the material will be expired after a certain time, the model developed in this study has more optimal solution rather than EOQ.

PENDAHULUAN

Makin meningkatnya tuntutan konsumen terhadap kualitas, waktu pengiriman dan fungsi suatu produksi menunjukkan bahwa basis kompetisi, yang biasanya adalah harga produk telah bergeser ke kualitas, waktu pengiriman dan akhirnya kepuasan konsumen. Pemenuhan waktu pengiriman sangat ditunjang oleh faktor ketersediaan produk. Sedangkan ketersediaan produk sendiri sangat dipengaruhi oleh ketersediaan bahan baku.

Kebanyakan industri proses, terutama industri pengolah makanan, tidak terlepas dari permasalahan di atas. Pada umumnya, industri proses mempunyai karakteristik antara lain adalah volume produksi tinggi dengan produk dan standarisasi tertentu. Standarisasi ini meliputi standar komposisi produk yang dihasilkan maupun bahan baku yang digunakan. Bagi perusahaan pengolah makanan, waktu kadaluwarsa merupakan salah satu permasalahan yang penting dan harus dipertimbangkan dalam perencanaan bahan baku. Hal ini karena menyangkut masalah keamanan produk pada saat dikonsumsi, mengingat kebanyakan bahan baku pada industri tersebut mempunyai masa pakai (waktu kadaluwarsa) yang terbatas.

Pada dasarnya model untuk perencanaan persediaan bahan pada industri manufaktur dengan bahan baku yang tidak memiliki batas waktu kadaluwarsa bahan (apabila ada, waktunya sangat lama) telah banyak digunakan. Tetapi tidak demikian halnya pada industri pengolahan makanan dan kimia, oleh karena setiap bahan baku memiliki waktu kadaluwarsa yang relatif singkat. Dengan demikian diperlukan suatu model perencanaan persediaan bahan

baku yang dapat memberikan hasil perencanaan yang optimal, dengan kendala keterbatasan masa pakai (waktu kadaluwarsa) bahan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model perencanaan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan waktu kadaluwarsa bahan pada industri pengolah makanan. Ide dasar yang mendasari penelitian ini adalah bahwa waktu kadaluwarsa bahan sangat berpengaruh dalam sistem produksi, terutama dalam sistem persediaan bahan. Persediaan yang terlalu banyak akan mengakibatkan biaya persediaan semakin meningkat karena bahan yang rusak, yaitu melewati batas waktu kadaluwarsa semakin banyak. Sedangkan persediaan yang terlalu sedikit dapat mengakibatkan terjadinya kekurangan bahan sehingga konsumen dapat berpindah pada produk lain yang sejenis. Dengan demikian perlu dicari persediaan optimal bagi bahan-bahan yang memiliki waktu kadaluwarsa. Optimalisasi dilihat dari sisi biaya yang dikeluarkan dalam pengadaan persediaan dan perencanaan bahan. Model ini diharapkan dapat digunakan untuk menentukan kuantitas dan saat bahan dipesan apabila bahan tersebut memiliki waktu kadaluwarsa yang harus dipertimbangkan.

KONSEP PERSEDIAAN

Persediaan (*inventory*) adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya perusahaan atau organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan (Yamit, 1999). Permintaan akan suatu barang tidak akan dapat dipenuhi dengan segera pada saat permintaan itu tiba, bila barang tersebut tidak

¹⁾ Ir. Nur Indrianti, M.T., Dosen Jurusan Teknik Industri – FTI, UPN “Veteran” Yogyakarta.

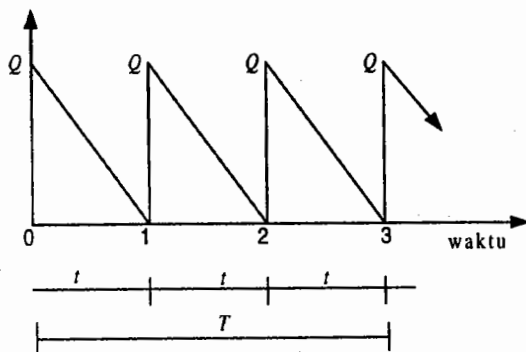
²⁾ Tjen Ming, S.T., Sarjana Teknik Industri - UPN “Veteran” Yogyakarta.

³⁾ Prof. Dr. Ir. Isa Setiasyah Toha, M.Sc., Dosen Jurusan Teknik Industri, ITB.

tersedia sebelumnya. Oleh karena itu, perlu diadakan pengendalian terhadap tingkat persediaan dan perencanaan tingkat produksi.

Sistem dan model persediaan bertujuan untuk meminimumkan biaya total melalui penentuan jenis dan banyaknya bahan serta saat melakukan pesanan secara optimal. Biaya persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya-biaya persediaan dapat dikategorikan atas empat kategori yang menentukan keoptimalan dari masalah persediaan (Tersine, 1994), yaitu: Biaya pembelian, Biaya pengadaan bahan yang meliputi Biaya pemesanan dan biaya *set-up*, biaya penyimpanan, biaya kekurangan akibat tidak terpenuhinya kebutuhan pelanggan.

Salah satu model persediaan yang telah dikembangkan adalah Model *Economic Order Quantity* (EOQ). Pada model ini ditentukan titik pemesanan untuk memenuhi penggunaan selama waktu pembuatan produk. Pemesanan pada setiap periode dilakukan dengan kuantitas optimal selalu sama. Situasi model EOQ ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Situasi Persediaan untuk model EOQ

Dari Gambar 1 terlihat bahwa persediaan berkurang dengan laju tetap selama waktu t , sehingga pada akhir putaran persediaan berakhir dengan nol. Pada saat yang sama, bahan yang dipesan sudah datang sehingga tingkat persediaan mencapai jumlah sebanyak Q . Pola ini berulang terus-menerus selama periode T . Model persediaan EOQ dapat dirumuskan sebagai berikut (Yamit, 1999):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{h}} \quad (1)$$

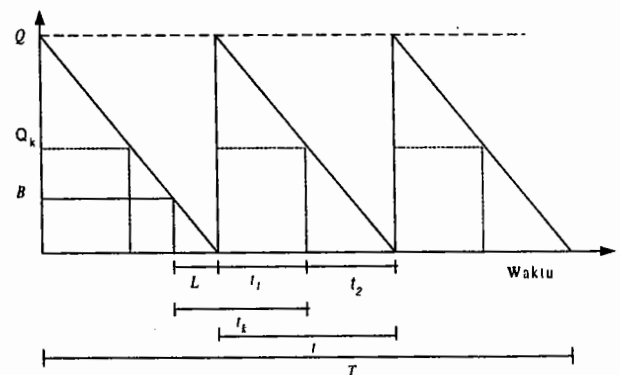
Quantitas optimum bahan yang dipesan digunakan untuk merencanakan kebutuhan bahan baku dalam industri, yang didasarkan pada Jadwal Induk Produksi (*Master Production Schedule*),

catatan keadaan persediaan (*inventory status record*), dan struktur produk atau *Bill of Material* (BOM).

PENGEMBANGAN MODEL

Model dasar perencanaan persediaan bahan baku yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah model *Economic Order Quantity* (EOQ). Model tersebut diharapkan mendasari solusi pemecahan untuk perencanaan persediaan bahan baku yang memberikan tingkat pemesanan dan persediaan bahan yang optimal dengan mempertimbangkan waktu kadaluarsa bahan, yaitu memiliki ongkos persediaan yang minimal. Tujuan dari pengembangan model perencanaan persediaan bahan baku dengan kendala keterbatasan masa pakai bahan ini adalah untuk (1) menentukan kuantitas optimal bahan baku yang dipesan, yaitu meminimalkan ongkos persediaan, dan (2) menentukan saat pemesanan bahan yang optimal.

Dalam mengembangkan model, waktu kadaluarsa bahan baku bersifat deterministik dan sesuai standar perusahaan. Artinya, data waktu kadaluarsa bahan pada penelitian ini merupakan masa pakai bahan setelah mengalami perlakuan tertentu dalam penyimpanan sesuai prosedur perusahaan. Sedangkan asumsi-asumsi yang digunakan dalam pengembangan model adalah : (1) Kuantitas pemesanan yang dilakukan adalah tetap, (2) Laju produksi konstan, (3) Kekurangan bahan akan terjadi apabila bahan yang melewati batas masa pakai, (4) *Lead Time* merupakan parameter dan diketahui, (5) Kapasitas produksi tidak terbatas, dan (6) Masa pakai (waktu kadaluarsa) bahan merupakan variabel. Situasi persediaan untuk model perencanaan persediaan bahan yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Situasi persediaan untuk model persediaan dengan mempertimbangkan waktu kadaluarsa bahan baku.

Gambar 2 menunjukkan bahwa persediaan bahan diadakan sebesar Q dan terdapat bahan yang kadaluwarsa sebesar Q_k yang terjadi pada akhir periode t_1 . Akibat adanya bahan yang kadaluwarsa tersebut maka terjadi kekurangan bahan juga sebesar Q_k . Berdasarkan Gambar 2, maka:

$$t_1 = \frac{(Q - Q_k)}{Q} t \quad (1)$$

$$t_2 = \frac{Q_k}{Q} t \quad (2)$$

Dan apabila jumlah kebutuhan selama periode T sebesar D , maka :

$$t = \frac{T \cdot Q}{D} \quad (3)$$

Ongkos persediaan pada model yang dikembangkan meliputi beberapa elemen biaya, yaitu sebagai berikut :

1. Biaya simpan, meliputi biaya gudang (termasuk di dalamnya biaya teknologi penyimpanan). Besarnya biaya simpan per unit dinyatakan dalam fraksi dari harga per unit, yaitu:

$$C_s = hP \quad (4)$$

Dengan asumsi bahwa bahan yang kadaluwarsa langsung dijual/dibuang, maka tidak ada biaya simpan untuk bahan yang sudah kadaluwarsa. Dengan demikian, biaya simpan yang dikeluarkan selama periode t adalah :

$$C_{st} = \frac{1}{2} (Q + Q_k) \cdot C_s \cdot t_1 \quad (5)$$

2. Biaya pesan, merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memesan bahan baku. Biaya per sekali pesan dinyatakan dengan C_p
3. Biaya kekurangan bahan, adalah biaya yang dikeluarkan karena terjadinya kekurangan bahan sebagai akibat adanya bahan baku yang kadaluwarsa.

$$C_{kn} = \frac{1}{2} \cdot Q_k \cdot C_k \cdot t_2 \quad (6)$$

4. Biaya kadaluwarsa bahan, adalah biaya yang dikeluarkan karena bahan baku sudah rusak (kadaluwarsa) karena melewati masa pakai, yaitu:

$$C_{kd} = Q_k \cdot (P - J) \quad (7)$$

Dengan demikian biaya total (*Total Cost*, TC) selama kurun waktu T adalah:

$$TC = \{C_{st} + C_p + C_{kn} + C_{kd}\} D/Q \quad (8)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (5), (6), dan (7), diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$TC = \left\{ \frac{1}{2} (Q + Q_k) \cdot C_s \cdot t_1 + C_p + \frac{1}{2} Q_k \cdot C_k \cdot t_2 + Q_k \cdot (P - J) \right\} \cdot D/Q \quad (9)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (1), (2) dan (3) ke persamaan (9), maka diperoleh biaya total selama periode pemesanan:

$$TC = \frac{(Q^2 - Q_k^2) C_s T}{2Q} + C_p \frac{D}{Q} + \frac{Q_k^2}{2Q} C_k T + Q_k (P - J) \frac{D}{Q} \quad (10)$$

Dalam pengembangan model ini TC minimal tercapai apabila persamaan (10) diturunkan terhadap Q dan Q_k ,

dengan $\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0$ dan $\frac{\partial TC}{\partial Q_k} = 0$. Biaya minimum

diperoleh apabila $\frac{\partial^2 TC}{\partial^2 Q} > 0$ dan atau $\frac{\partial^2 TC}{\partial^2 Q_k} > 0$. Dari

hasil penurunan tersebut, diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Q^2 = \frac{Q_k^2 \cdot (C_k - C_s)}{C_s} + \frac{2 \cdot C_p \cdot D}{C_s \cdot T} + \frac{2 \cdot Q_k \cdot (P - J) \cdot D}{C_s \cdot T} \quad (11)$$

dan

$$Q_k = \frac{(P - J) \cdot D}{(C_s - C_k) \cdot T} \quad (12)$$

dengan syarat :

$$Q_k \geq 0 \text{ dan } C_s \neq C_k \text{ supaya nilai } Q_k \text{ terdefinisi.}$$

Biaya total minimal tercapai apabila :

$$\frac{\partial^2 TC}{\partial^2 Q} = \frac{(C_k - C_s) Q_k^2 T + 2 \cdot C_p \cdot D + Q_k^2 \cdot C_k T + 2 \cdot Q_k^2 \cdot (P - J) \cdot D}{Q^3} > 0 \quad (13)$$

Persyaratan persamaan (13) dapat dicapai jika : $P \geq J$ dan $D, T \geq 0$, dan

$$\frac{\partial^2 TC}{\partial^2 Q_k} = \frac{C_s \cdot T + C_k \cdot T}{Q} > 0 \quad (14)$$

Sedangkan persyaratan persamaan (14) dapat dicapai jika : C_s, C_k, T dan $Q > 0$

Untuk mendapatkan kuantitas pemesanan (Q^*) yang optimal, maka persamaan (12) disubstitusikan ke persamaan (11) dan dihasilkan :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot C_p \cdot D}{C_s \cdot T} + \frac{(P - J)^2 D^2}{(C_s - C_k) \cdot C_s \cdot T^2}} \quad (15)$$

Sedangkan titik pemesanan kembali (B) :

$$B = \frac{Q^* \cdot (L)}{t} \quad (16)$$

Apabila n adalah frekwensi pemesanan maka :

$$n = \frac{D}{Q^*} \quad (17)$$

Model hasil pengembangan di atas dapat digunakan dalam perencanaan kebutuhan dan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan waktu kadaluwarsa bahan, tetapi harus memenuhi persyaratan yang telah dikemukakan. Apabila persyaratan tersebut tidak dipenuhi maka perencanaan dapat dilakukan dengan menggunakan model dasar yaitu model *EOQ* standar. Hasil perhitungan dari model hasil pengembangan tersebut akan memberikan solusi perencanaan dengan Q^* pemesanan yang optimal dan waktu kadaluwarsa yang optimal dengan biaya yang minimal.

Pengembangan model yang dilakukan dengan memperlakukan waktu kadaluwarsa sebagai variabel, menghasilkan titik waktu kadaluwarsa yang optimal. Pada kondisi nyata, waktu kadaluwarsa bahan bisa lebih besar atau lebih kecil dari waktu kadaluwarsa optimal (t_k). Untuk situasi tersebut maka penyelesaian model dapat dilakukan sebagai berikut :

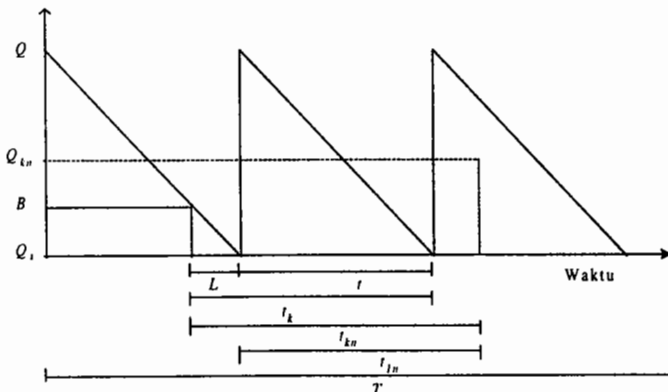
1. Jika t_{kn} adalah waktu kadaluwarsa bahan pada kondisi nyata dan $t_{ln} = t_{kn} - LT$, dengan t_{ln} merupakan periode penyimpanan maksimal sebelum bahan baku kadaluwarsa, maka kemungkinan yang dapat terjadi adalah :

- a. Apabila $t_{ln} \geq t$ maka perencanaan dilakukan menggunakan model *EOQ* standar, yaitu:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_p}{T \cdot C_s}} \quad (18)$$

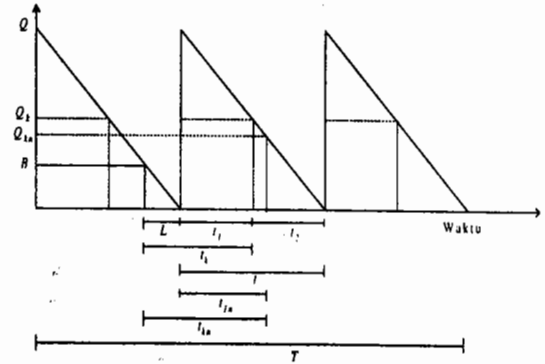
$$\text{dengan : } TC = \frac{Q^* \cdot C_s \cdot T}{2} + C_p \frac{D}{Q^*} \quad (19)$$

Situasi persediaan ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Situasi persediaan pada saat $t_{ln} > t$

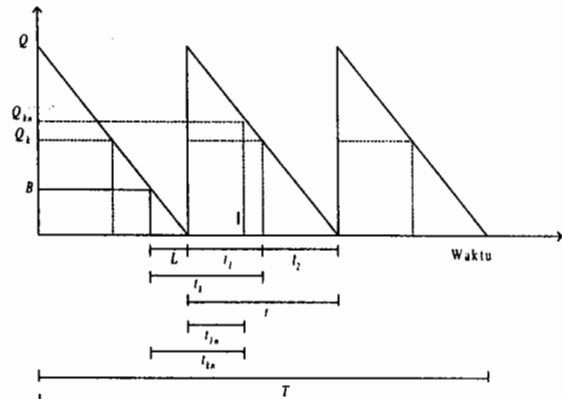
- b. Apabila $t \geq t_{ln} \geq t_l$, maka situasi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Situasi persediaan pada saat $t \geq t_{ln} > t_l$

Perencanaan pada situasi ini dilakukan dengan menggunakan model yang telah dikembangkan karena akan memberikan biaya total yang lebih kecil, dengan kuantitas pemesanan yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (15), dan kuantitas bahan baku yang kadaluwarsa dihitung dengan persamaan (12). Sedangkan biaya total dapat dihitung dengan persamaan (10).

- c. Apabila $t_{ln} \leq t_l$, maka situasi persediaan yang terjadi digambarkan seperti pada pada Gambar 5.



Gambar 5. Situasi persediaan pada saat $t_{ln} < t_l$

Untuk situasi ini perencanaan dilakukan dengan menggunakan model yang telah dikembangkan dengan kuantitas pemesanan dihitung dengan menggunakan persamaan (15) dan kuantitas bahan baku yang kadaluwarsa sebesar :

$$Q_{kn} = \frac{(t - t_{ln})Q^*}{t} \quad (20)$$

dan total biaya dapat dihitung dengan persamaan (19).

2. $Q_k < 0$ apabila $C_s < C_k$, yang berarti tidak ada bahan yang kadaluwarsa pada saat $t_1 > t$, maka perencanaan dilakukan dengan metode EOQ standar. Apabila $t_{1n} < t$, maka akan terjadi kekurangan bahan sebesar Q_{kn} . Dalam hal ini pemesanan optimal dilakukan sebesar $(Q - Q_{kn})$.
3. Apabila jumlah pesanan disesuaikan dengan waktu kadaluwarsa bahan maka tidak akan ada kekurangan bahan selama t_2 atau $t_2=0$. Dalam hal ini pemesanan optimal yang dilakukan sebesar $(Q - Q_k)$.

Apabila terdapat kebijaksanaan dari perusahaan bahwa kekurangan bahan baku tidak diperbolehkan, maka hal ini akan mengakibatkan perubahan perencanaan produksi secara keseluruhan. Ini karena perubahan perencanaan sebuah item akan mempengaruhi produk secara keseluruhan dan biayanya sebagai akibat bertambahnya frekwensi pemesanan dan tidak adanya *backorder*. Dalam hal ini, maka perencanaan bahan baku dilakukan dengan cara membandingkan biaya total perencanaan, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Untuk kasus (1b), kuantitas pemesanan sebesar :

$$Q_1^{**} = Q^* - Q_k \quad (21)$$

$$Q_2^{**} = Q^* - Q_{kn} \quad (22)$$

dan biaya total :

$$TC_1 = \frac{Q_1^{**} \cdot C_s \cdot T}{2} + \frac{C_p \cdot D}{Q_1^{**}} \quad (23)$$

$$TC_2 = \frac{Q_2^{**} \cdot C_s \cdot T}{2} + \frac{C_p \cdot D}{Q_2^{**}} \quad (24)$$

Untuk kuantitas pemesanan yang optimal maka dipilih biaya total yang terkecil diantara TC_1 dan TC_2 .

2. Untuk kasus (1c), kuantitas pemesanan yang optimal :

$$Q^{**} = Q^* - Q_{kn} \quad (25)$$

dengan total biaya :

$$TC = \frac{Q^{**} \cdot C_s \cdot T}{2} + \frac{C_p \cdot D}{Q^{**}} \quad (26)$$

CONTOH KASUS

Perusahaan "XYZ" yang bergerak dibidang penyediaan produk makanan membutuhkan bahan baku jenis A sebesar 500 unit per tahun dengan biaya

pesanan (C_p) = Rp150.000,- per sekali pesan dan biaya simpan (C_s) = Rp 15.000,- per unit per tahun. Apabila terjadi kerusakan bahan karena disimpan terlalu lama maka bahan tersebut dapat dijual kembali seharga Rp 3.000,-/unit. Sebagai akibat kerusakan tersebut, maka terjadi kekurangan bahan dengan biaya sebesar Rp 6.250,- per unit per tahun. Dalam 1 tahun terdapat 250 hari kerja dengan *lead time* sebesar 3 hari.

Untuk mengetahui optimalitas antara model EOQ dan model yang dikembangkan, maka kuantitas pemesanan optimal akan dihitung baik dengan model EOQ standar maupun dengan model yang dikembangkan.

- a. Perhitungan kuantitas pemesanan dengan model hasil pengembangan.

Berdasarkan persamaan (15), maka

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot (150000) \cdot (500)}{(1500) \cdot (1)} + \frac{(5000 - 3000)^2 (500)^2}{(15000 - 6250) \cdot (15000) \cdot (1)^2}}$$

$$Q^* = 132,736 = 133 \text{ unit}$$

Sesuai persamaan (12), bahan baku yang kadaluwarsa sebesar :

$$Q_k = \frac{(5000 - 3000) \cdot (500)}{(15000 - 6250) \cdot (1)} = 114,2 \approx 114 \text{ unit}$$

$$\text{dan } t_1 = \frac{(133 - 114) \cdot (250) \cdot (133)}{133 \cdot (500)} = 9,5 \text{ hari.}$$

Waktu kadaluwarsa bahan sebesar : $3 + 9,5 = 12,5$ hari. Dengan persamaan (19), biaya totalnya adalah:

$$TC = \left(\frac{133^2 - 114^2}{133} \right) \cdot \frac{15000}{2} + (150000) \cdot \frac{500}{133} + \frac{114^2}{2 \cdot (133)} \cdot (6250) + 114 \cdot (2000) \cdot \frac{500}{133}$$

$$TC = \text{Rp } 1.991.052,632 \text{ per tahun}$$

- b. Perhitungan kuantitas pemesanan dengan model persediaan EOQ.

Berdasarkan persamaan (18), maka

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot (150000) \cdot (500)}{(15000) \cdot (1)}} = 100 \text{ unit.}$$

Dengan persamaan (3), interval pemesanannya adalah:

$$t = \frac{(250) \cdot (100)}{500} = 50 \text{ hari.}$$

Berdasarkan persamaan (20), bahan yang kadaluwarsa sebesar :

$$Q_k = \frac{(50 - 9,5)}{50} \cdot (100) = 81 \text{ unit.}$$

Sehingga biaya total yang dikeluarkan, dihitung berdasarkan persamaan (19), adalah:

$$TC = \left(\frac{100^2 - 81^2}{100} \right) \cdot \frac{15000}{2} + (150000) \cdot \frac{500}{100} + \frac{81^2}{2 \cdot (100)} \cdot (6250) + 81 \cdot (2000) \cdot \frac{500}{100}$$

$$TC = \text{Rp } 2.022.956,25 \text{ per tahun}$$

Apabila terdapat kebijakan perusahaan bahwa tidak boleh ada kekurangan bahan, maka kuantitas pemesanan optimal dapat dihitung dengan persamaan (21) dan biaya total yang dikeluarkan dihitung berdasarkan persamaan (23) sebagai berikut:

$$Q^{**} = 133 - 114 = 19 \text{ unit}$$

$$TC = (133 - 114) \left(\frac{15.000(1)}{2} \right) + 150.000 \frac{500}{(133 - 114)}$$

$$= \text{Rp } 4.089.868,42 \text{ per tahun}$$

Hasil perhitungan pada kasus ini sekaligus memvalidasi model persediaan yang dikembangkan. Dalam kasus yang memperhatikan kedaluwarsaan bahan ini, perhitungan kuantitas pemesanan dengan model hasil pengembangan memberikan solusi dengan biaya total yang lebih kecil dibandingkan terhadap model EOQ.

Di dalam perencanaan kebutuhan bahan baku, kuantitas pemesanan ini merupakan ukuran lot pada proses *lotting*. Perencanaan dilakukan berdasarkan status persediaan, struktur produk, dan jadwal induk produksi.

PENUTUP

Pengembangan model yang dilakukan pada penelitian ini didasari oleh kondisi situasi persediaan bahan baku yang memiliki waktu kadaluwarsa, yang dapat menjadi salah satu faktor meningkatnya biaya produksi. Pemodelan pada penelitian ini mengasumsikan bahwa *lead time* tetap dan jumlah kebutuhan bahan konstan, dan waktu kadaluwarsa yang bersifat deterministik. Dalam pengembangan model selanjutnya, perlu dipertimbangkan 2 hal yaitu:

1. Waktu kadaluwarsa yang bersifat probabilistik, dengan kemungkinan masa pakai bahan sejenis yang tidak sama, misalnya untuk bahan baku buah-buahan.
2. Adanya kemungkinan memperpanjang waktu kadaluwarsa bahan baku, yang tentu saja untuk melakukan optimasinya perlu dilakukan *trade off* antara biaya untuk memperpanjang masa kadaluwarsanya dan nilai bahan itu sendiri.

Pengembangan model lebih lanjut dengan pertimbangan yang disarankan, diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik dari model yang telah dikembangkan ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada bapak Yunianta M. Noor, S.T., M.M., Departemen *Production Planning and Control* PT Sari Husada Yogyakarta atas bantuan, diskusi, dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.

Notasi :

- B : titik pemesanan kembali
 C_k : biaya kekurangan per unit per periode perencanaan
 C_{kd} : biaya kadaluwarsa bahan
 C_{kn} : biaya kekurangan bahan akibat adanya bahan yang kadaluwarsa
 C_p : biaya pemesanan per sekali pesan
 C_s : biaya simpan per unit per periode perencanaan.
 C_{st} : biaya simpan selama periode t .
 D : jumlah permintaan bahan selama periode T .
 h : fraksi biaya simpan per unit per periode perencanaan
 J : harga jual bahan baku yang sudah kadaluwarsa per unit.
 L : *lead time* pengadaan/pengiriman.
 P : harga bahan baku per unit.
 Q : jumlah bahan baku yang dipesan
 Q^* : kuantitas optimum bahan yang dipesan.
 Q_k : jumlah bahan baku yang kadaluwarsa.
 S : biaya pesan.
 t : kurun waktu (periode) pesanan.
 T : periode perencanaan, tahun.
 t_1 : kurun waktu (periode) penyimpanan bahan sebelum kadaluwarsa.
 t_2 : kurun waktu (periode) terjadinya kekurangan bahan.
 t_k : waktu kadaluwarsa bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bedworth, D.D. dan Bailey, J.E., 1987, *Integrated Production Control Systems*, John Wiley & Sons, Singapore.
- Fogarty, Blackstone, dan Hoffmann, 1991, *Production & Inventory Management*, 2nd, South-Western Publishing Co., Cincinnati.
- Makridakis, D. dan S.S. Wheel Wright, 1991, *Metode Aplikasi Peramalan*, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Spiegel, M.R., 1997, *Kalkulus Lanjut Versi SI/Meterik*, Erlangga, Jakarta.
- Tersine, R.J., 1994, *Principles of Inventory and Materials Management*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Yamit, Z., 1999, *Manajemen Persediaan*, Edisi pertama, Erlangga, Jakarta.